

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-341702

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

H04N 9/07

(21)Application number : 11-145953

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 26.05.1999

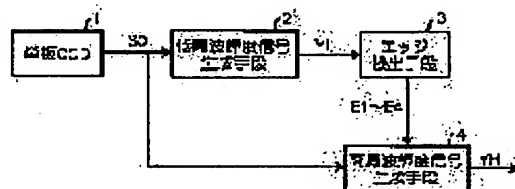
(72)Inventor : AOYAMA TATSUYA

(54) METHOD AND DEVICE FOR GENERATING SIGNAL AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of stringy or granular artifacts at the generation of a luminance signal of high frequency from an image signal obtained from an image pickup device such as a single CCD.

SOLUTION: In the signal generation method, a low frequency luminance signal generation means 2 generates a luminance signal YL of low frequency on each pixel position from an image pickup signal SO obtained by a single CCD 1. An edge detection means 3 calculates edge intensity E1 to E4 in the vertical, horizontal and oblique directions of each pixel position from the signal YL. A high frequency luminance signal generation means 4 calculates luminance signal values YH1 to YH4 in respective directions of each pixel position, weights these values YH1 to YH4 in accordance with the edge intensity E1 to E4, finds out a signal value YH0 on the pixel position concerned, and generates the signal value YH0 as a high frequency luminance signal YH.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-341702

(P2000-341702A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 N 9/07

識別記号

F I

H 0 4 N 9/07

テームコード* (参考)

C 5 C 0 6 5

A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-145953

(22) 出願日

平成11年5月26日 (1999.5.26)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 青山 達也

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

Fターム(参考) 5C065 AA01 AA03 BB13 BB48 CC02

CC03 DD02 DD17 EE05 EE06

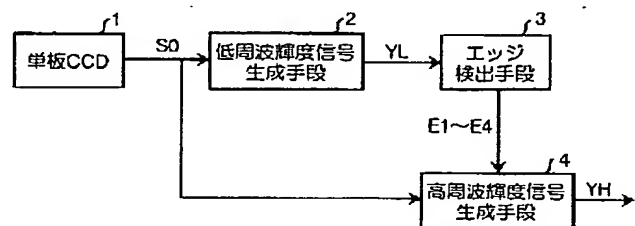
EE07 GG02 GG13 GG21 HH04

(54) 【発明の名称】 信号生成方法および装置並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 単板CCD等の撮像デバイスから得られた画像信号から高周波の輝度信号を生成する際に、すじ状や粒状のアーチファクトの発生を防止する。

【解決手段】 単板CCD 1において得られた撮像信号S Oから、低周波輝度信号生成手段2において各画素位置における低周波の輝度信号Y Lを生成する。エッジ検出手段3において、低周波輝度信号Y Lから各画素位置の上下左右斜めの各方向におけるエッジ強度E 1～E 4を算出する。高周波輝度信号生成手段4は、各画素位置の各方向における輝度信号値Y H 1～Y H 4を算出し、これをエッジ強度E 1～E 4に応じて重み付けをしてその画素位置における信号値Y H Oを求め、これを高周波輝度信号Y Hとして生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号に基づいて、前記各光電変換素子に対応する各画素位置における高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号を生成する信号生成方法であって、前記各画素位置および該各画素位置の周囲の画素位置における信号値に基づいて補間演算を行って前記各画素位置における前記高周波輝度信号を生成する信号生成方法において、

前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置におけるエッジの方向および／または強度を表すエッジ情報を算出し、

該エッジ情報に基づいて前記補間演算を行って、前記各画素位置における高周波輝度信号を生成することを特徴とする信号生成方法。

【請求項 2】 前記エッジ情報に基づく補間演算は、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、

前記エッジ情報に基づいて、前記複数方向の輝度信号値を重み付け加算するための寄与率を設定し、

該複数方向の輝度信号値を前記寄与率に応じて重み付け加算して、前記高周波輝度信号を生成する演算であることを特徴とする請求項 1 記載の信号生成方法。

【請求項 3】 前記エッジ情報に基づく補間演算は、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、

前記エッジ情報に基づいて、前記エッジの強度が最も小さい方向を算出し、

前記エッジの強度が最も小さい方向における輝度信号値を、前記高周波輝度信号として生成する演算であることを特徴とする請求項 1 記載の信号生成方法。

【請求項 4】 前記高周波輝度信号に対して、さらにローパスフィルタによるフィルタリング処理を施すことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の信号生成方法。

【請求項 5】 前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置における低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号を生成し、

該低周波輝度信号に基づいて、前記エッジ情報を算出することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の信号生成方法。

【請求項 6】 異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号に基づいて、前記各光電変換素子に対応する各画素位置における高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号を生成する信号生成装置であって、前記各画素位置および該各画素位置の周囲の画素位置にお

ける信号値に基づいて補間演算を行って前記各画素位置における前記高周波輝度信号を生成する高周波輝度信号生成手段を備えた信号生成装置において、

前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置におけるエッジの方向および／または強度を表すエッジ情報を算出するエッジ情報算出手段を備え、

前記高周波輝度信号生成手段は、該エッジ情報に基づいて前記補間演算を行って、前記各画素位置における高周波輝度信号を生成する手段であることを特徴とする信号生成装置。

【請求項 7】 前記高周波輝度信号生成手段は、前記エッジ情報に基づく補間演算を行う際に、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、前記エッジ情報に基づいて、前記複数方向の輝度信号値を重み付け加算するための寄与率を設定し、

該複数方向の輝度信号値を前記寄与率に応じて重み付け加算して、前記高周波輝度信号を生成する演算を行う手段であることを特徴とする請求項 6 記載の信号生成装置。

【請求項 8】 前記高周波輝度信号生成手段は、前記エッジ情報に基づく補間演算を行う際に、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、前記エッジ情報に基づいて、前記エッジの強度が最も小さい方向を算出し、

前記エッジの強度が最も小さい方向における輝度信号値を、前記高周波輝度信号として生成する演算を行う手段であることを特徴とする請求項 6 記載の信号生成装置。

【請求項 9】 前記高周波輝度信号に対して、さらにローパスフィルタによるフィルタリング処理を施すフィルタリング手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか 1 項記載の信号生成装置。

【請求項 10】 前記エッジ情報算出手段は、前記各画素位置における低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号を生成する低周波輝度信号生成手段を備え、

該低周波輝度信号に基づいて、前記エッジ情報を算出する手段であることを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれか 1 項記載の信号生成装置。

【請求項 11】 異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号に基づいて、前記各光電変換素子に対応する各画素位置における高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号を生成する信号生成方法であって、前記各画素位置および該各画素位置の周囲の画素位置における信号値に基づいて補間演算を行って前記各画素位置における前記高周波輝度信号を生成する信号生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体において、

前記プログラムは、前記各画素位置におけるエッジの方

向および／または強度を表すエッジ情報を算出する手順と、

該エッジ情報に基づいて前記補間演算を行って、前記各画素位置における高周波輝度信号を生成する手順とを有することを特徴とするコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 12】 前記エッジ情報に基づく補間演算を行う手順は、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出する手順と、前記エッジ情報に基づいて、前記複数方向の輝度信号値を重み付け加算するための寄与率を設定する手順と、該複数方向の輝度信号値を前記寄与率に応じて重み付け加算して、前記高周波輝度信号を生成する手順とを有することを特徴とする請求項 11 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 13】 前記エッジ情報に基づく補間演算を行う手順は、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出する手順と、前記エッジ情報に基づいて、前記エッジの強度が最も小さい方向を算出する手順と、前記エッジの強度が最も小さい方向における輝度信号値を、前記高周波輝度信号として生成する手順とを有することを特徴とする請求項 11 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 14】 前記高周波輝度信号に対して、ローパスフィルタによるフィルタリング処理を施す手順をさらに有することを特徴とする請求項 11 から 13 のいずれか 1 項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 15】 前記エッジ情報を算出する手順は、前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置における低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号を生成する手順を有し、該低周波輝度信号に基づいて、前記エッジ情報を算出する手順であることを特徴とする請求項 11 から 14 のいずれか 1 項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した、いわゆる単板 CCD 等の撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号に基づいて、光電変換素子に対応する各画素位置における高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号を生成する信号生成方法および装置並びに信号生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デジタルカメラに用いられる CCD 等の

撮像デバイスとしては、分光感度が異なる複数種類の光電変換素子を同一平面上に交互に配置して構成されているものが知られている（以下単板 CCD と称する）。ここで、R、G、B のそれぞれに分光感度を有する光電変換素子、すなわち R、G、B の各チャンネルの光電変換素子を交互に配置した単板 CCD の場合、連続した R、G、B チャンネルの 3 個の光電変換素子の組が 1 つの画素を構成することとなる。しかしながら、このような単板 CCD においては各画素の R、G、B 値を同一画素位置において得ることができないため、色ずれや偽色が生じることがある。また、各チャンネルの光電変換素子数は単板 CCD を構成する全素子数よりも少ないため、高解像度の画像を得ることができない。例えば R、G、B 各チャンネルの光電変換素子を交互に配置した単板 CCD においては、各チャンネルの光電変換素子数は全素子数の $1/3$ しかないため、同一素子数のモノクロ撮像装置に比べて解像度が $1/3$ になってしまう。このため、R、G、B 各チャンネルの光電変換素子が存在しない部分における信号値を補間処理により求める方法が提案されているが、単に補間処理を行うのみでは、信号値が大きく変化する部分において色ずれが発生することがある。この場合、平滑化処理を行うことにより色ずれの発生を防止することができるが、平滑化処理を行うと解像度が悪化するという問題がある。

【0003】ここで、人間の視覚特性は色よりも輝度に対して感度が高いものである。このため、単板 CCD において得られたカラー撮像信号から、各画素の輝度を表す高周波の輝度信号と、上述した補間処理および平滑化処理による低周波の色信号とを生成し、輝度信号および色信号を用いてカラー画像信号を再構成するようにした方法が提案されている（特開平 10-200906 号、同 9-65075 号等）。この方法によれば、人間の視覚特性において感度が高い輝度成分に対してより多くの情報が与えられることとなるため、見かけ上解像度が高い画像を再現可能なカラー画像信号を得ることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平 10-200906 号等に記載された方法においては、単板 CCD において得られた撮像信号から生成された低周波の色信号により輝度信号を推測しているため、この方向において得られる高周波の輝度信号は、実際には画像に含まれるエッジ付近においてぼけたものとなり、その結果画像の解像度が低下してしまうという問題がある。

【0005】また、上記特開平 9-65075 号に記載された方法においては、各画素位置における高周波の輝度信号を、各画素位置とその周囲の画素位置における信号値から補間演算により求めるものであるため、上記特開平 10-200906 号に記載された方法と比較し

て、それほど解像度は低下しないものである。しかしながら、単板CCDにおいて得られた撮像信号は各画素位置において全ての色信号（例えばRGB）が存在するものではないため、厳密に見た場合、色エッジの境界付近においてすじ状のアーチファクトが生じたり、エッジ付近において粒状のアーチファクトが発生してしまうという問題がある。

【0006】本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、単板CCD等の撮像デバイスにおいて得られた撮像信号に対して、エッジ付近におけるアーチファクトを発生させることなく高周波の輝度信号を得ることができる信号生成方法および装置並びに信号生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による信号生成方法は、異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号に基づいて、前記各光電変換素子に対応する各画素位置における高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号を生成する信号生成方法であって、前記各画素位置および該各画素位置の周囲の画素位置における信号値に基づいて補間演算を行って前記各画素位置における前記高周波輝度信号を生成する信号生成方法において、前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置におけるエッジの方向および／または強度を表すエッジ情報を算出し、該エッジ情報に基づいて前記補間演算を行って、前記各画素位置における高周波輝度信号を生成することを特徴とするものである。

【0008】ここで、「異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した撮像デバイス」とは、上述した単板CCDのような撮像素子のことをいうものである。なお、各光電変換素子は、R（赤）、G（緑）、B（青）のみならず、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、さらにはCMYにG（緑）を加えたCMYGに分光感度を有するものであってもよく、これらの光電変換素子の配列は特定のものに限定されない。

【0009】また、「高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号」とは、上記特開平10-200906号等に記載された方法により、各画素位置およびその周囲の画素位置の信号値に基づいて得られるその画素位置における信号値の輝度成分のことをいう。なお、高周波輝度信号は各画素位置毎に生成されるため、高周波輝度信号により得られる画像の解像度は全光電変換素子の解像度と一致するものとなる。

【0010】さらに、「各画素位置および各画素位置の周囲の画素位置における信号値に基づいて補間演算を行って高周波輝度信号を得る」とは、例えば、特開平9-

65075号に記載されているように、各画素およびこれに隣接する画素の信号値を用いて、これらを所定の比率により重み付け加算することにより得られる信号値を、高周波の輝度信号とすることをいう。

【0011】また、「エッジ情報」とは、各画素位置におけるエッジの方向および強度を表すものであり、例えば各画素位置およびこれの周囲の画素位置における信号値の変化の方向および変化の大きさからこれらを算出することができる。

【0012】なお、本発明による信号生成方法においては、前記エッジ情報に基づく補間演算は、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、前記エッジ情報に基づいて、前記複数方向の輝度信号値を重み付け加算するための寄与率を設定し、該複数方向の輝度信号値を前記寄与率に応じて重み付け加算して、前記高周波輝度信号を生成する演算であることが好ましい。

【0013】また、本発明による信号生成方法においては、前記エッジ情報に基づく補間演算は、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、前記エッジ情報に基づいて、前記エッジの強度が最も小さい方向を算出し、前記エッジの強度が最も小さい方向における輝度信号値を、前記高周波輝度信号として生成する演算であることが好ましい。

【0014】さらに、本発明による信号生成方法においては、前記高周波輝度信号に対して、さらに高周波ノイズ成分を除去するために、ローパスフィルタによるフィルタリング処理を施すことが好ましい。

【0015】また、本発明による信号生成方法においては、前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置における低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号を生成し、該低周波輝度信号に基づいて、前記エッジ情報を算出することが好ましい。

【0016】ここで、「低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号」は、上記特開平10-200906号等に記載されたように補間処理等により求められる。このため、低周波輝度信号により得られる画像の解像度は全光電変換素子により得られる画像の解像度よりも小さくなり、その結果、低周波輝度信号は低周波の輝度情報を表すものとなる。

【0017】本発明による信号生成装置は、異なる分光感度を有する複数種類の光電変換素子を単一面上に配置した撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号に基づいて、前記各光電変換素子に対応する各画素位置における高周波の輝度情報を表す高周波輝度信号を生成する信号生成装置であって、前記各画素位置および該各画素位置の周囲の画素位置における信号値に基づいて補間演算を行って前記各画素位置における前記高周波輝度信号

を生成する高周波輝度信号生成手段を備えた信号生成装置において、前記カラー撮像信号に基づいて、前記各画素位置におけるエッジの方向および／または強度を表すエッジ情報を算出するエッジ情報算出手段を備え、前記高周波輝度信号生成手段は、該エッジ情報に基づいて前記補間演算を行って、前記各画素位置における高周波輝度信号を生成する手段であることを特徴とするものである。

【0018】なお、本発明による信号生成装置においては、前記高周波輝度信号生成手段は、前記エッジ情報に基づく補間演算を行う際に、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、前記エッジ情報に基づいて、前記複数方向の輝度信号値を重み付け加算するための寄与率を設定し、該複数方向の輝度信号値を前記寄与率に応じて重み付け加算して、前記高周波輝度信号を生成する演算を行う手段であることが好ましい。

【0019】また、本発明による信号生成装置においては、前記高周波輝度信号生成手段は、前記エッジ情報に基づく補間演算を行う際に、前記各画素位置および前記周囲の画素位置の信号値に基づいて、前記各画素位置を基準とする複数方向の輝度信号値を算出し、前記エッジ情報に基づいて、前記エッジの強度が最も小さい方向を算出し、前記エッジの強度が最も小さい方向における輝度信号値を、前記高周波輝度信号として生成する演算を行う手段であることが好ましい。

【0020】さらに、本発明による信号生成装置においては、前記高周波輝度信号に対して、さらに高周波ノイズ成分を除去するために、ローパスフィルタによるフィルタリング処理を施すフィルタリング手段をさらに備えることが好ましい。

【0021】また、本発明による信号生成装置においては、前記エッジ情報算出手段は、前記各画素位置における低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号を生成する低周波輝度信号生成手段を備え、該低周波輝度信号に基づいて、前記エッジ情報を算出する手段であることが好ましい。これにより、ノイズに影響されにくいエッジ情報を算出することができる。

【0022】なお、本発明による信号生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータ読取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、単板CCDのような撮像デバイスにおいて得られたカラー撮像信号から各画素位置におけるエッジ情報が算出される。そして、このエッジ情報に基づいて、補間演算を行って各画素位置における高周波輝度信号が生成される。このように、本発明によれば各画素位置におけるエッジ情報に基づいて高周波輝度信号を生成するようにしたため、補間演算を行う

際に信号値の変動が少ない方向における信号値の寄与率を大きくして高周波輝度信号を生成することができ、これによりエッジ部分におけるすじ状あるいは粒状のアーチファクトの発生を防止することができるとともに、エッジ部分のぼけが少ない高解像度の輝度信号を得ることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の実施形態による信号生成装置の構成を示す概略ブロック図である。図1に示すように本発明の実施形態による信号生成装置は、単板CCD1を構成する各光電変換素子において得られた信号値から各画素位置における高周波の輝度信号YHを生成するものであり、各信号値により構成される撮像信号S0から低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号YLを生成する低周波輝度信号生成手段2と、低周波輝度信号YLに基づいて各画素位置におけるエッジの方向および強度を検出するエッジ検出手段3と、エッジ検出手段3において検出されたエッジの方向および強度に基づいて、撮像信号S0に対して重み付け加算を行って高周波輝度信号YHを生成する高周波輝度信号生成手段4とを備える。

【0025】なお、本発明による信号生成装置は、デジタルカメラやフィルムから画像を読み取る撮像装置に備えられた画像処理装置に設けられるものである。この画像処理装置としては、例えば上記特開平10-200906号、同9-65075号等に記載されたように、単板CCD1において得られた撮像信号S0から高周波輝度信号YHおよび低周波の色信号を生成してカラー画像信号を再構成するものであり、この画像処理装置における高周波輝度信号YHを生成するために、本実施形態による信号生成装置が用いられるものである。

【0026】図2は単板CCD1の光電変換素子の配列を示す図である。図2(a)はR、G、Bに分光感度を有するR、G、Bチャンネルの光電変換素子を交互に配列したものであり、図2(b)は輝度に影響を与えるGチャンネルを横方向に1列おきに配列し、その間にR、Bチャンネルを交互に配列したものである。また、図2(c)はC、M、Yに分光感度を有するC、M、Yチャンネルの光電変換素子を交互に配列したものであり、図2(d)はC、M、YチャンネルにさらにGチャンネルを加えた光電変換素子を交互に配列したものである。ここで、RGBとCMYとは各原色の色度が定義されているため、相互に変換可能である。したがって、本発明による信号生成装置はいずれの配列の単板CCD1から得られる撮像信号S0から高周波輝度信号YHを生成するものであってもよいが、本実施形態においては、図2(b)に示す光電変換素子の配列を有する単板CCD1において得られた撮像信号S0に対して処理を施すものとして説明する。

【0027】低周波輝度信号生成手段2は、単板CCD1から得られる撮像信号S0から各画素位置における色信号を生成し、この色信号から低周波輝度信号YLを生成する。まず、色信号を構成するRの色信号(R信号)の生成について説明する。図2(b)に示す光電変換素子の配列において、Rチャンネルの素子のみを抽出した状態を図3に示す。図3においてXで示す素子の位置(以下画素位置Xとする)においてはR信号は存在しないことから、画素位置XにおけるR信号を、その近傍画素位置におけるR信号の値に基づいて単板CCD1の縦方向および横方向に対してこの順序で補間演算を施すことにより求める。なお、この補間演算としては、線形補間の他、滑らかさを重視したBスプライン補間演算、鮮鋭度を重視したCubicスプライン補間演算等の高次の補間演算を適用することができる。

$$\begin{aligned} Y' &= c_{k-1} Y_{k-1} + c_k Y_k + c_{k+1} Y_{k+1} + c_{k+2} Y_{k+2} \quad (1) \\ c_{k-1} &= (-t^3 + 2t^2 - t) / 2 \\ c_k &= (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2 \\ c_{k+1} &= (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2 \\ c_{k+2} &= (t^3 - t^2) / 2 \end{aligned}$$

(但し、 t ($0 \leq t \leq 1$) は格子間隔を1とし、画素 X_k を基準としたときの補間点 X_p の画素 X_{k+1} 方向への位置を示す。)

Bスプライン補間演算は、オリジナルのサンプリング点 $X_k \sim X_{k+1}$ 間に設けられた補間点 X_p の補間データ

$$\begin{aligned} Y' &= b_{k-1} Y_{k-1} + b_k Y_k + b_{k+1} Y_{k+1} + b_{k+2} Y_{k+2} \quad (2) \\ b_{k-1} &= (-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) / 6 \\ b_k &= (3t^3 - 6t^2 + 4) / 6 \\ b_{k+1} &= (-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) / 6 \\ b_{k+2} &= t^3 / 6 \end{aligned}$$

(但し、 t ($0 \leq t \leq 1$) は格子間隔を1とし、画素 X_k を基準としたときの補間点 X_p の画素 X_{k+1} 方向への位置を示す。)

なお、本実施形態においては、色信号を平滑化する観点からBスプライン補間演算を行うことが好ましく、また補間演算を行うことなく単にローパスフィルタによってフィルタリング処理することにより画素位置XにおけるRの信号値を求めるようにしてもよい。なお、このローパスフィルタとしては、単板CCD1の全光電変換素子によりサンプリングした場合のナイキスト周波数を f_s とした場合、図2(b)に示す光電変換素子の配列を有する単板CCD1では元のR信号、B信号はそれぞれ縦方向には全信号の $1/2$ 、横方向には全信号の $1/4$ しか存在しないことから、縦方向に $1/2 f_s$ 以上、横方向に $1/4 f_s$ 以上の高周波成分をカットするものであることが好ましい。なお、ローパスフィルタの特性は、単板CCD1における光電変換素子の配列に応じて変更することが好ましい。

$$YLO = 0.3RL + 0.6GL + 0.1BL \quad (3)$$

このようにして生成された低周波輝度信号YLは、エッ

【0028】ここで、Cubicスプライン補間演算およびBスプライン補間演算について説明する。本実施形態において使用される撮像信号S0は、等間隔の周期でサンプリングされた一方向に配列されたサンプリング点(画素) $X_{k-2}, X_{k-1}, X_k, X_{k+1}, X_{k+2} \dots$ に対応した信号値($S_{k-2}, S_{k-1}, S_k, S_{k+1}, S_{k+2} \dots$)を有するものとする。Cubicスプライン補間演算は、オリジナルのサンプリング点(画素) $X_k \sim X_{k+1}$ 間に設けられた補間点 X_p の補間データ Y' を表す3次のCubicスプライン補間演算式(1)における補間データ $Y_{k-1}, Y_k, Y_{k+1}, Y_{k+2}$ にそれぞれ対応する補間係数 $c_{k-1}, c_k, c_{k+1}, c_{k+2}$ を、下記にそれぞれ示す演算により求めるものである。

【0029】

Y' を表す3次のBスプライン補間演算式(2)における補間データ $Y_{k-1}, Y_k, Y_{k+1}, Y_{k+2}$ にそれぞれ対応する補間係数 $b_{k-1}, b_k, b_{k+1}, b_{k+2}$ を、下記にそれぞれ示す演算により求めるものである。

【0030】

【0031】そして、R、B信号について、上述したような補間演算あるいはローパスフィルタによるフィルタリング処理によりその信号値が存在しない画素位置Xにおける信号値が求められる。

【0032】また、G信号はR信号およびB信号よりも多くの画素位置において信号値が得られるため、G信号についてはR信号およびB信号と整合させるために、図2(b)における縦方向に画素を間引き、間引いた後に上述したような補間演算あるいはローパスフィルタによるフィルタリング処理を行うことにより、信号値が存在しない画素位置Xにおける信号値を求める。このように、補間演算あるいはフィルタリング処理により求められた色信号の各色成分をRL, GL, BLとする。

【0033】次にこのようにして求められた色信号から各画素位置において下記の式(3)に示す演算を行って、各画素位置における信号値YLOを算出し、これを低周波輝度信号YLとして生成する。

【0034】

ジ検出手段3に入力される。エッジ検出手段3において

は、各画素位置における縦、横、斜め（右上がりおよび左下がり）の合計 4 方向についてのエッジ強度が算出される。このエッジ強度の算出は、各画素位置を中心とする 3×3 画素の範囲内における低周波輝度信号 Y_L の信号値 Y_{L0} に基づいて、ロビンソンのエッジ検出フィルタによりフィルタリング処理を行うことにより求めることができる（画像解析ハンドブック、高木幹雄、下田陽久、東京大学出版会、1991、1/17、PP554）。このロビンソンのエッジ検出フィルタを図 4 に示す。図 4 (a)

$$E1 = |Y_{L-1-1} + 2Y_{L0-1} + Y_{L1-1} - Y_{L-11} - 2Y_{L01} - Y_{L11}| + 1 \quad (4)$$

なお、1 を加算したのはエッジ強度 $E1$ の値を 0 としないためである。そして、同様にして矢印 B、C、D 方向のエッジ強度 $E2$ 、 $E3$ 、 $E4$ も求めることができる。

【0036】このようにして各画素位置におけるエッジ強度 $E1 \sim E4$ が求められると、高周波輝度信号生成手

$$Y_{Hk} = 1/4 (S_a + 2S_{ij} + S_b) \quad (5)$$

但し、 S_a 、 S_b ：図 5 に示す方向にある隣接する 2 画素位置での信号値

S_{ij} ：輝度値 Y_{Hk} を求める画素の信号値

k ：1～4

例えば、ある画素位置の周囲 3×3 の領域内の画素位置

$$\begin{aligned} Y_{H1} &= 0.25 \cdot G_{0-1} + 0.5 \cdot G_{00} + 0.25 \cdot G_{01} \\ Y_{H2} &= 0.25 \cdot R_{-11} + 0.5 \cdot G_{00} + 0.25 \cdot B_{1-1} \\ Y_{H3} &= 0.25 \cdot B_{-10} + 0.5 \cdot G_{00} + 0.25 \cdot R_{10} \\ Y_{H4} &= 0.25 \cdot R_{-1-1} + 0.5 \cdot G_{00} + 0.25 \cdot B_{11} \end{aligned}$$

なお、各画素位置の信号値と隣接する画素位置の信号値との加算比率はこれに限定されるものではなく、例えば上記式 (3) に示すように輝度信号を算出する際の比率を考慮して加算比率を変更してもよい。

【0039】そして、このように算出された信号値 $Y_{H1} \sim Y_{H4}$ を、エッジ検出手段 3 において検出されたエ

$$Y_{H0} = Y_{H1} \cdot (K/E1) + Y_{H2} \cdot (K/E2) + Y_{H3} \cdot (K/E3) + Y_{H4} \cdot (K/E4) \quad (7)$$

ここで、 K は $K/E1 + K/E2 + K/E3 + K/E4$ の値を 1 とするための係数であり、

$$K = E1E2E3E4 / (E1E2E3 + E2E3E4 + E3E4E1 + E4E1E2)$$

である。このようにして信号値 $Y_{H1} \sim Y_{H4}$ をエッジ強度 $E1 \sim E4$ に応じて重み付け加算することにより、エッジ強度の値が小さいすなわち平坦な方向の信号値ほど大きな重み付けがなされて信号値 Y_{H0} が求められることとなる。これにより、エッジ強度の値が大きいすなわちエッジの濃度変化が大きい方向における信号値の重み付けが小さくなり、エッジ部分におけるぼけや粒状のアーチファクトの発生を防止することができる。

【0041】すなわち、図 8 (a) に示すように濃度変化が大きいエッジ部分において、濃度が変化する方向に式 (5) により輝度信号を求めると、図 8 (b) に示すようにエッジ部分がなまってしまう。これに対して図 9 (a) に示すように濃度変化が小さい部分において濃度に変化する方向に輝度信号を求めても、図 9 (b) に示すように信号値はほとんど変化しないものとなる。した

に示すフィルタは図 5 に示す矢印 A 方向のエッジ強度を算出するためのフィルタであり、以下図 4 (b) に示すフィルタは矢印 B 方向、図 4 (c) に示すフィルタは矢印 C 方向、図 4 (d) に示すフィルタは矢印 D 方向のエッジ強度を算出するためのフィルタである。具体的には図 6 に示すように各画素位置の信号値を Y_{Lij} ($i, j = -1 \sim 1$) とした場合、矢印 A 方向のエッジ強度 $E1$ は下記の式 (4) により求めることができる。

【0035】

段 4 において、高周波の輝度信号 Y_H が生成される。まず各画素位置において図 5 に示す A～D の 4 方向についての輝度値 $Y_{H1} \sim Y_{H4}$ を、下記の式 (5) により重み付け加算することにより求める。

【0037】

の信号値が、図 7 に示すようなものである場合、 G_{00} の画素位置における信号値 $Y_{H1} \sim Y_{H4}$ は下記の式

(6) に示すように求めることができる。

【0038】

エッジ強度 $E1 \sim E4$ を用いて下記の式 (7) により重み付け加算することにより、各画素位置における信号値 Y_{H0} を求め、これを高周波輝度信号 Y_H として生成する。

【0040】

がって、エッジ強度が小さい方向ほど重み付けを大きくすることにより、図 8 (b) に示すようにエッジがなまることがなくなり、かつエッジのぼけやすじ状あるいは粒状のアーチファクトの発生を防止することができる。

【0042】次いで、本実施形態の動作について説明する。図 10 は本実施形態の動作を示すフローチャートである。まず、単板 CCD 1 において得られた撮像信号 S_0 から低周波輝度信号生成手段 2 において低周波の輝度情報を表す低周波輝度信号 Y_L が生成される（ステップ S1）。そして、エッジ検出手段 3 において低周波輝度信号 Y_L に基づいて、上述したように各画素位置を中心とした 4 方向におけるエッジ強度 $E1 \sim E4$ を算出する（ステップ S2）。そして算出されたエッジ強度 $E1 \sim E4$ は高周波輝度信号生成手段 4 に入力され、上述したように、エッジ強度 $E1 \sim E4$ に応じて、各画素位置を中心とする 4 方向における輝度信号値 $Y_{H1} \sim Y_{H4}$ に対して重み付けがなされ、輝度値 Y_{H0} が得られる。そしてこの輝度値 Y_{H0} が高周波輝度信号 Y_H として生成

される(ステップS3)。

【0043】生成された高周波輝度信号YHは、上記特開平10-200906号、同9-65075号等に記載されたように、単板CCD1において得られた撮像信号S0から生成された低周波の色信号とともに、カラー画像信号を再構成するために用いられる。

【0044】このように、本実施形態においては、各画素位置におけるエッジの強度に応じて、エッジ強度が小さい方向に存在する画素位置の信号値ほど、高周波輝度信号YHを生成する際の重み付けを大きくするようにしたため、画素値の変動が少ない方向における信号値の寄与率を大きくして高周波輝度信号YHを生成することが

$$YH0=YH1*(K/E1)^2+YH2*(K/E2)^2+YH3*(K/E3)^2+YH4*(K/E4)^2 \quad (8)$$

この場合、Kは $(K/E1)^2+(K/E2)^2+(K/E3)^2+(K/E4)^2$ の値を1とするための係数となる。

【0047】また、エッジ強度に応じて信号値YH0を算出する場合において、重み付けを強調しすぎるとノイズが発生しやすくなる。例えば、赤い色の領域において上記式(7)により信号値YH0を求めた場合、その方向によってはR信号が全く存在しない画素を用いて信号値YH1~YH4が求められる場合がある。すなわち、信号値の分布が図7に示すものである場合には、信号値YH1は全くR信号を使用していないこととなる。このような場合において、信号値YH1の重み付けが大きくなると、他の信号値YH2~YH4の重み付けが小さくなると、その画素位置における信号値YH0の値が小さくなって、その画素位置のみ信号値が抜けたようなノイズが現れることとなる。このような場合は、信号値YH0を求めた後にローパスフィルタによる平滑化処理を施して、ノイズを除去することが好ましい。

【0048】また、上記実施形態においては、高周波輝度信号生成手段4において、エッジ強度E1~E4に応じて、信号値YH1~YH4に対して重み付けをして信号値YH0を求めているが、エッジ強度E1~E4に基づいて、エッジ強度が最も小さい方向の信号値YH1~YH4を信号値YH0としてもよい。

【0049】さらに、上記実施形態において、各画素位置において求められたエッジ強度E1~E4が全て比較的小さい値である場合には、その画素位置は濃度変化が小さい平坦部にあるものと見なすことができる。したがって、このような場合には、いずれの方向の信号値YH

でき、これによりエッジ部分におけるすじ状あるいは粒状のアーチファクトの発生を防止することができるとともに、エッジ部分のぼけが少ない高解像度の輝度信号YHを得ることができる。

【0045】なお、上記実施形態においては、上記式(7)により各方向の輝度信号値YH1~YH4を重み付けして信号値YH0を求めているが、エッジ強度による重み付けをさらに強調したい場合には、下記の式

(8)に示すように、 $K/E1$ 、 $K/E2$ 、 $K/E3$ 、 $K/E4$ を $(K/E1)^2$ 、 $(K/E2)^2$ 、 $(K/E3)^2$ 、 $(K/E4)^2$ としてもよい。

【0046】

1~YH4を重み付けても得られる信号値YH0はそれほど大きく変化しないため、信号値YH1~YH4の平均値を信号値YH0として求めるようにしてもよい。

【0050】また、上記実施形態においては、エッジ強度を算出するためのフィルタとして、図4に示すロビンソンのエッジ検出フィルタを用いているが、これに限定されるものではなく、差分フィルタやPrewittのフィルタ等他のフィルタを用いてもよい(画像解析ハンドブック、高木幹雄、下田陽久、東京大学出版会、1991、1/17、PP553, 555)。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態による信号生成装置を適用した画像処理装置の構成を示す概略ブロック図

【図2】光電変換素子の配列を示す図

【図3】R信号の画素位置を示す図

【図4】ロビンソンのエッジ検出フィルタを示す図

【図5】エッジ強度を求める方向を示す図

【図6】エッジ強度の算出を説明するための図

【図7】ある画素位置における信号値の配列を示す図

【図8】高周波輝度信号生成による信号値の変化を示す図

【図9】高周波輝度信号生成による信号値の変化を示す図

【図10】本実施形態の動作を示すフローチャート

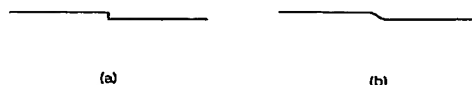
【符号の説明】

- 1 単板CCD
- 2 低周波輝度信号生成手段
- 3 エッジ検出手段
- 4 高周波輝度信号生成手段

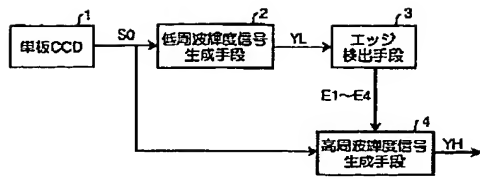
【図8】



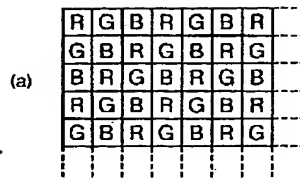
【図9】



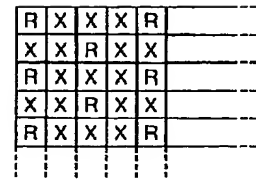
【図1】



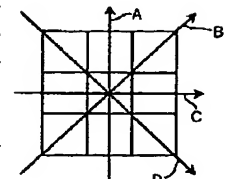
【図2】



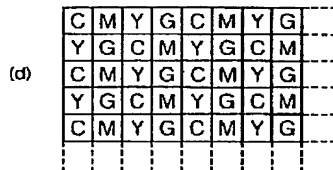
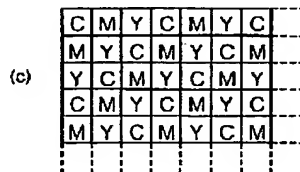
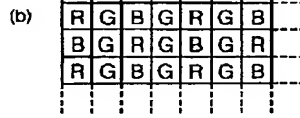
【図3】



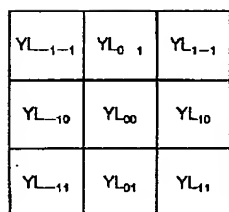
【図5】



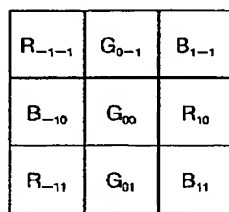
【図4】



【図6】



【図7】



【図10】

